GUIDE DE VISITE

La science s'invente

GUIDE DE VISITE

La science s'invente

Sommaire

- Introduction — Page n° 1
- Déroulement de la visite — Page n° 1
- Les objectifs — Page n° **2**

Visite générale

- A - Les premières inventions (préhistoire) — Page n° 4
- B - La fin de la préhistoire (les mégalithes) — Page n° 4
- C - L'antiquité (Les Grecs, inventeurs de la Science moderne) — Page n° 5
- D - Le moyen âge (Saint Thomas d'Aquin) — Page n°10
- E - La Renaissance (Leonard de Vinci) — Page n°10
- F - Le cabinet des mesures (outils de la fin du XIX^{ème} et XX^{ème} siècles) — Page n°16
- G - Le meeting d'aéronautique (histoire de l'aéronautique) — Page n°21
- H - Un monde futur (imaginaire & science) — Page n°27

Le Musée Vivant
du Roman d' Aventures

Portrait de jeunes chercheurs (science & arts) : http://www.mjc-maxeville.fr/eureka

Introduction

Ce document permet une première visite imagée à travers les pièces majeures de l'exposition.

Spécialisés dans la vulgarisation des sciences, les animateurs de l'exposition connaissant bien les différents publics et niveaux scolaires s'efforceront de prévoir des visites guidées dont la densité du discours respecte au mieux les capacités de compréhension et d'attention des jeunes visiteurs (minimum cycle 3).

Ce document vous permet de prévoir et d'insister sur tel ou tel aspect de l'exposition, qui rejoint vos aspirations personnelles et vos objectifs en tant qu'enseignant, animateur ACM, accompagnant,…

●●●

Déroulement de la visite guidée :

Compter environ <>1 heure de visite guidée pour les groupes avec l'animateur sur une ou des thématiques.

Nombre de participants aux visites guidées 10 à 15 personnes

Possibilité de diviser un groupe de 30 visiteurs en deux groupes (visite libre sous la responsabilité de l'accompagnant et visite guidée avec l'animateur).

Des animations participatives seront programmées (date et contenu indisponible pour le moment).

●●●

Les grandes thématiques abordées :

- A - Les premières inventions (Le silex et la préhistoire)
- B - La fin de la préhistoire (les mégalithes)
- C - L'antiquité (Les Grecs, inventeurs de la Science moderne)
- D - Le moyen âge (Saint Thomas d'Aquin)
- E - La Renaissance (Leonard de Vinci)
- F - Le cabinet des mesures (outils de la fin du XIX^{è} et XX^{ème} siècles)
- G - Le meeting d'aéronautique (histoire de l'aéronautique)
- H - Un monde futur (imaginaire & science)

Voir sur : http://www.mjc-maxeville.fr/eureka

Pour certaines des images, outre le titre et le commentaire technique, nous vous donnons une idée du discours tenu par le guide, lorsque cela parait nécessaire.

La visite guidée, pour laquelle vous avez réservé un créneau horaire, se déroule avec un animateur guide.

Il vous fera entrer dans le vif du sujet, par exemple dans l'espace dédié à la Grèce antique et à Léonard de Vinci.

Ces 2 espaces posent les bases des 4 fils rouges de l'exposition.
On y aborde :

- Qu'est-ce que la science ?
- Que sont l'invention et l'innovation ?
- Le problème de la transmission des savoirs
- Et enfin, à mi-chemin entre art et science : la mécanique et l'esthétique des machines extraordinaires.

Ceci est un objectif global qui sera respecté à travers des notions simples et des exemples concrets : résultats d'expériences, faits historiques, anecdotes…

Dans un deuxième temps, votre guide abordera un grand espace dédié aux engins et véhicules imaginés au cours des XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles. Son exposé traitera de progrès, d'innovation et de problèmes rencontrés : compréhension de la société, financement, l'expérience acquise grâce aux échecs…

Nous pensons qu'il est tout à fait utile de revenir en classe à l'issue de la visite sur cette partie qui a l'air moins sérieuse mais qui véhicule autant de concepts importants pour bien comprendre la science y compris dans ses aspects sociologiques : pourquoi le chercheur semble-t-il en marge du monde ? etc.

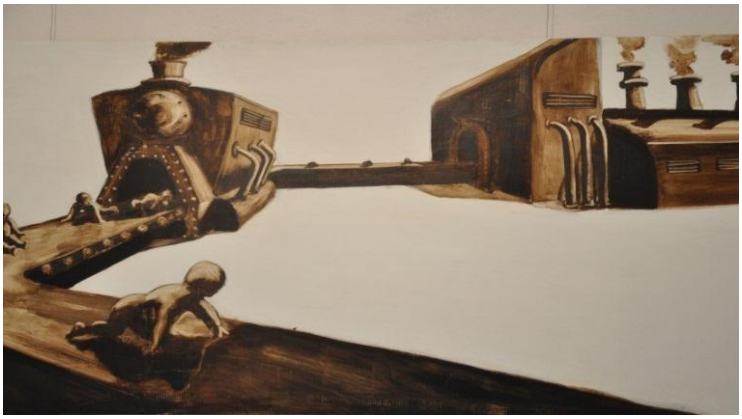
L'exposition propose également quelques autres objets et documents souvent en vitrines, parfois rares ou difficiles à détailler dans ce document sans alourdir le sujet. Les pièces que nous proposons sont très souvent célèbres et vous trouverez sans aucun problème une vaste documentation complémentaire sur Internet.

Dans cette exposition pour illustrer le sujet vous allez voir de différents types :

- de maquettes de multiples dimensions occupant des surfaces de 50 cm² à plusieurs m², réalistes, sur des engins ayant existé et réalisés à partir de dessins, de projets ou de brevets. Ce sont toutefois des artefacts purement esthétiques qui ne pourraient fonctionner.
- d'installations plastiques réalisées pour faire comprendre et visualiser un mouvement ou un concept.
- de toiles imprimées comportant de grandes images, le plus souvent réalisées à partir de documents d'époque.
- de toiles imprimées regroupant des explications et une iconographie sur un sujet
- de fresques et accessoires de décors pour créer une ambiance.
- de vitrines d'objets et documents plus petits et fragiles (les jeunes visiteurs peuvent bien sûr s'en approcher et les regarder). Afin de donner du sens à ces objets, nous vous conseillons de vous appuyer sur le commentaire du guide.

●●●

LA MACHINE A FAIRE LES BEBES



Grande fresque *sur toile*
(Œuvre d'imagination au bitume de Lionel Stocard)

Les trois dernières décennies du XX^{ème} siècle permirent de mettre au point de nombreuses techniques issues des recherches effectuées durant la dernière guerre mondiale dans tous les domaines.

Aujourd'hui, la mécanique, l'informatique et la biologie sont arrivés à un tel niveau de connaissances et de compétences, qu'il existe de nombreux champs de fusion entre elles. Aujourd'hui, le rapport entre les trois est plus complexe. Dans chaque système, on cherche des modèles pour améliorer encore les performances.

Les machines seront biologiques et les hommes bioniques…

●●●

A – Les premieres inventions :

Le silex

Le silex, non content de donner aux premiers hommes ses premières étincelles efficaces pour la maîtrise du feu il y a 500 000 ans, fournit aussi la base de son outillage et de ses armes. L'émergence des outils en silex taillés est une amélioration technique révolutionnaire.

Les plus anciens hominidés fabriquent des tranchants pour découper le cuir des animaux qu'ils consomment. Ensuite, l'Homo erectus conçoit les tailles bifaces sur silex. Le biface est un outil taillé sur les deux faces, en forme d'amande.

Enfin, l'utilisation des éclats, technique élaborée autour de 100 000 ans avant J.C, est parfaitement maîtrisée par l'homme de Neandertal. Elle permet d'aligner les tranchants, afin d'avoir de plus grandes surfaces coupantes

●●●

B – La fin de la préhistoire !

Les mégalithes (5000 ans avant JC)
Des constructions complexes qui demandent surtout des moyens très particuliers, au vu de la taille des pierres utilisées. Petite description des techniques nécessaires à l'édification d'un tel monument.

Construction d'un mégalithe : mode d'emploi

Etape 1 : Extraire et transporter dalles et menhirs

Selon le type de mégalithe à construire, une ou plusieurs pièces rocheuses sont nécessaires : menhirs (obélisques), dalles de chevet, latérales ou de couverture. Les éléments ne doivent pas présenter de défaut et étaient probablement sélectionnées au son, une résonance imparfaite trahissant les failles (même internes). Il faut ensuite extraire le bloc choisi : plusieurs méthodes étaient à disposition. Le feu créée un choc thermique et fait exploser la roche en suivant les failles. Plus laborieux mais qui fonctionne aussi : creuser une rainure de quelques centimètres de large et de profondeur avec régulièrement des trous de 20 cm de côté dans lesquels des coins en bois, éventuellement détrempés, font pression.

Pour le transport, différentes techniques étaient utilisées d'après les archéologues, et certaines le sont encore aujourd'hui à Madagascar ou en Indonésie par exemple. Le bloc pouvait être fixé sur un radeau de bois, ou encore tiré de manière à glisser sur un lit de rondins placé perpendiculairement. Afin de limiter les frottements ou sur les sols mous, pour éviter de s'enfoncer, ces systèmes pouvaient être placés sur les rails de rondins. Afin de naviguer sur les cours d'eau, des radeaux étaient utilisés.

La traction ? Toujours humaine : il est plus facile et plus rapide de diriger et coordonner plusieurs centaines d'hommes que des animaux.

Construction d'un mégalithe : mode d'emploi

Etape 2 : Edifier le monument

La technique est identique pour toutes les pierres verticales (menhirs, obélisques, dalles latérales de dolmens). Après avoir taillé la base du bloc pour l'adapter, et creusé un trou (ou une rigole pour une dalle) dans lequel on met du sable, la pierre est tirée jusqu'à tomber dedans.

Selon la taille du bloc, une rampe en terre pouvait être construite afin de bien l'amener et le faire basculer, la rampe étant détruite après. Puis, par des cordages fixés à son sommet, la pierre était redressée et sa position éventuellement ajustée grâce à un lit de sable, et enfin calée.

Les pierres étaient taillées, avant ou après le positionnement selon l'objectif : préparation à une gravure de décor, ajustement entre des parois voire même encoches et tenons pour les emboîter. Le placement du toit était encore plus exigent : il fallait créer une zone régulière sur laquelle faire glisser la dalle de couverture jusqu'à sa place définitive. Pour créer cette rampe, le dolmen était comblé (terre, pierres) ainsi que tout autour, créant le cairn ou tumulus. Une fois la dalle tirée en place, l'édifice était achevé en terminant le tumulus et vidant la chambre ainsi créée.

Notons que ce sont les hypothèses les plus courantes, d'autres faisant appel à des leviers font encore l'objet de débats d'experts.

Dans tous les cas, c'est l'émergence d'une société organisée qui se sédentarise, imaginez les centaines d'hommes à mobiliser, nourrir, diriger et coordonner pendant des mois pour les monuments importants.

C- L'ANTIQUITE

La roue

« Organe de forme circulaire, destiné à tourner autour d'un axe passant par son centre, et qui permet à un véhicule de reposer sur le sol et de s'y ouvoir ».

(Larousse)

Cette invention majeure date d'environ 3500 av. J.-C. en Mésopotamie, ses premières utilisations furent le transport (terrestre) et le tour (poteries, etc.).

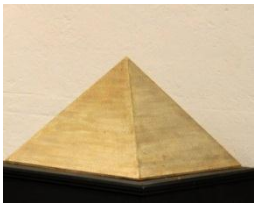
Elle permet de déplacer des charges qui, en roulant au lieu de glisser, subissent très peu de forces de frottement.

Archimède l'étudie et la décline en créant la roue dentée et la poulie.

La charrette

On situe généralement l'invention de la roue vers 3500 avant J.-C. à Sumer en basse Mésopotamie. Elle constitue l'un des fondements de nos technologies des transports. Elle permet de déplacer sur terre des charges importantes, en réduisant les forces de frottement. Les premières roues étaient pleines, en pierre d'une seule pièce, ou en bois souvent constituées de trois ou quatre pièces assemblées. Les roues à rayons et à jantes, plus légères, seraient apparues environ 2000 ans av. J.-C.

Les Egyptiens



La pyramide

Comment ont été construites les pyramides ? C'est un grand mystère : aucun document sur les techniques utilisées n'a été retrouvé. Toutefois des outils ont étés découverts ainsi que des instruments de mesure, indices sur la qualité des connaissances égyptiennes en mathématiques et géométrie.

Ainsi le célèbre Papyrus de Rhind contient 87 problèmes résolus d'arithmétique, algèbre, géométrie et arpentage, dont l'auteur indique qu'une partie est issue de calculs Babyloniens. Il s'attaque notamment à l'inclinaison d'une pyramide, utilisant le « triangle égyptien », lié au théorème de Pythagore.

A noter que cette connaissance reste empirique, ne devenant une science qu'avec les grecs et surtout Euclide. Il lance via la géométrie les bases de la démarche axiomatique, visant à fonder et organiser logiquement et dans un cadre les concepts, théories, principes…

L'organisation de la société égyptienne est au service des dieux et plus particulièrement de son représentant.

●●●

<u>Les grecs</u>, *« inventeurs de la science moderne »*

Espace réalisé pour l'exposition Eureka de Maxéville

Athéna
Cette déesse de la mythologie grecque symbolise la guerre mais aussi la sagesse. Elle est liée à la chouette, l'animal qui incarne également la sagesse pour tout le monde antique.

Elle permet de souligner l'étape indispensable de la transmission des savoirs, sans laquelle la science stagne ou recule, devant réinventer ou redécouvrir.

●●●

La cité grecque
Symbole rappelant dès le début de l'exposition la notion de citoyenneté inventée par les grecs : le citoyen participe à l'évolution politique, aux choix de société et donc à l'application des sciences.

Lycée d'Aristote
Moins 340 avant JC, le philosophe rejoint Athènes après avoir accompli sa mission de précepteur auprès d'Alexandre le Grand. Il fonde le Lycée dès son retour et y accueille de nombreux disciples, appelés les péripatéticiens. Il y exposera ses théories sur les sciences et la logique, ainsi que sur la métaphysique qu'il a lui-même fondée.

●●●

Le cheval de Troie

Tout le monde connaît l'histoire de la construction de ce cheval géant en bois, réalisé par Epéios sur les conseils de la déesse Athéna. Il fut au cœur d'une ruse qui signa la perte de Troie et de ses habitants sous les coups d'Ulysse et de ses soldats.

Cet engin mythique rendu célèbre par Homère dans « l'Odyssée » (fin VIII^{ème} siècle av. J.-C.) est surtout considéré comme la dernière machine de l'ère préscientifique, avant que les penseurs grecs n'inventent la science rationnelle.

On parle d'invention de la science. En effet, auparavant il y avait des savoirs, et de grands savants, mais ce n'était pas réellement de la science.

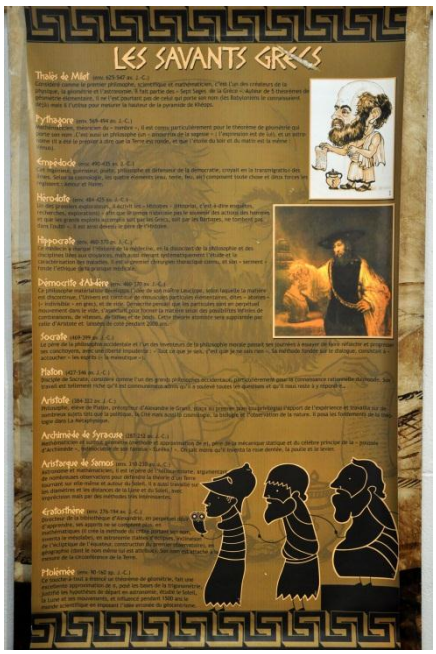
Ainsi par exemple lorsque les égyptiens qui possédaient de nombreux savoirs, se trouvaient face à un problème tel que l'origine des eaux du Nil, en l'absence de réponse, ils disaient que c'était grâce aux dieux.

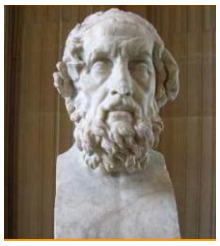
Les grecs aussi étaient croyants, mais selon eux les dieux ne les empêchaient pas de comprendre les fonctionnements mécaniques du monde. Ainsi devant le même problème que les égyptiens, ils auraient donc montés une expédition « scientifique » pour connaître l'origine des eaux du Nil.

De très nombreux savants grecs ont participé à la construction de la science, à l'accumulation et la création de connaissances formant la base de tout le savoir scientifique occidental d'aujourd'hui.

Pour résumer, on considère que tout le monde s'est inspiré par la suite de leurs travaux.

Ne pouvant tous les aborder, nous en évoquerons deux en particulier.

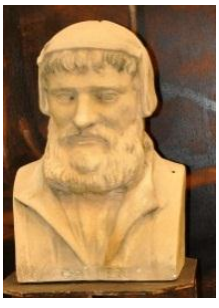




Homère

Surnommé le poète par les anciens à la fin du 8ème siècle avant JC, on lui attribue les deux premières œuvres de la littérature occidentale : l'Iliade et l'Odyssée. Sa place dans la littérature grecque est tout à fait majeure puisqu'il représente à lui seul le genre épique à cette période.

Il est également considéré comme le dernier auteur de l'ère pré scientifique avant que deux siècles plus tard les grecs inventent la science au sens moderne du terme.



Claude Galien

Né à Pergame en 131, et mort en 201, est un médecin grec de l'Antiquité. Considéré comme l'un des pères de la pharmacie, il a eu une influence durable sur la médecine chrétienne, juive et musulmane du Moyen Âge.

Ses théories ont dominé les connaissances médicales de la civilisation occidentale pendant plus d'un millénaire. Le prénom « Claudius », qui existe dans les textes grecs, a été mentionné dans les textes de la Renaissance.

Le rêve d'envol d'Icare

Dédale est peut-être le premier héros imaginaire de la science…

Fait prisonnier avec son fils, Icare par le roi Minos de Crète dans le terrible labyrinthe du palais qu'il lui a construit, Dédale - père de l'architecture et de la statuaire grecque fabriqua des ailes de fortune à son fils pour tenter de s'échapper par les airs.

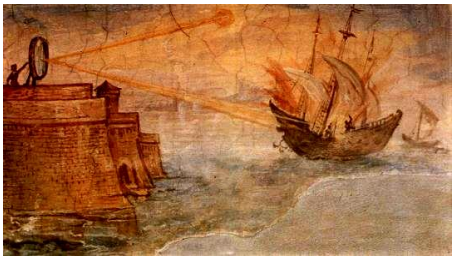
Il fixa des plumes d'oiseau sur une structure de bois grâce à des attaches de lin et de cire et fit s'envoler son fils en battant ces fausses ailes, à la manière d'un oiseau. Icare réussit dans un premier temps à s'échapper mais s'approcha trop près du soleil, malgré les conseils de son père, la cire fondit sous la chaleur et il disparut dans les profondeurs de la mer.

●●●

La légende des miroirs ardents d'Archimède

Lors du siège de Syracuse par les romains, l'histoire raconte que lors du siège de la ville, Archimède aurait créé des miroirs géants afin d'utiliser les rayons du soleil pour enflammer les voiles des navires les assiégeant.

Si la légende est belle, plusieurs scientifiques s'accordent à dire que les faits sont peu vraisemblables : les preuves historiques sont fragiles et les moyens nécessaires peu probables à cette époque. En effet les miroirs étaient en bronze poli, donc peu efficaces, et les voiles par leur couleur blanche renvoyaient les rayons au lieu de les concentrer.



Toutefois en 1973, l'ingénieur grec Loannis Sakkas tenta l'expérience pour prouver le contraire. Pour ne pas trop s'éloigner des données historiques, il prit soin de recouvrir d'une pellicule de bronze les surfaces des boucliers « miroirs ». Il concentra ensuite les rayons solaires sur un modèle réduit de galère (3,60m de longueur) qui flottait à une cinquantaine de mètres. En deux minutes, la cible prit feu et de façon assez intense. De quoi semer le doute !

●●●

Le centre de gravité

« Donnez-moi un point d'appui et un levier et je soulèverai la Terre », cette phrase étonnante attribuée généralement à Archimède se réfère à une réflexion mathématique en mécanique statique sur les forces et les poids mais surtout a introduit la notion de centre de gravité ou barycentre.

Exemple de poulie en bois

●●●

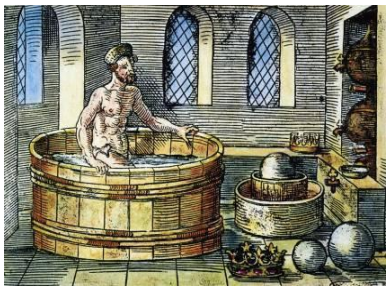
La vis d'Archimède

La vis, comme la roue, existait déjà mais le dispositif et ses proportions ont été mathématisés (ou théorisés) par Archimède, au III^{ème} siècle av. J.-C., afin de concevoir un système facilitant l'irrigation alors qu'il était un Egypte.

Cette vis, en tournant, permet de faire remonter de l'eau (du Nil dans ce cas) mais aussi du grain, etc. Les proportions sont définies précisément : diamètre de la vis (1/16ème du module), pas de l'hélice (1/8ème), etc. et l'inclinaison correspond à un triangle pythagoricien !

Aujourd'hui de nombreuses entreprises ont pour objet la fabrication de pompes et autres outils utilisant la vis d'Archimède.

●●●



La baignoire d'Archimède

Cette image illustre une anecdote célèbre, marquant la découverte de la « poussée d'Archimède » : alors qu'il était aux bains publics (et non dans une baignoire), Archimède observa qu'un corps plongé dans l'eau subissait une force orientée du bas vers le haut.

Selon la légende, il serait sorti nu dans la rue en criant le fameux « Eurêka ! » (J'ai trouvé !). Ce principe dit « d'Archimède » s'applique aux fluides dans un environnement soumis à la gravité.

Son traité « Des corps flottants » précise que cette force est liée au poids du volume de fluide déplacé. Cette observation lui permit de vérifier si la couronne du roi était bien toute en or. Archimède pose dans cet écrit les bases de l'hydrostatique, mettant notamment en évidence la notion connue aujourd'hui sous le nom de masse volumique.

●●●

Le Gnomon

Cet ancêtre du cadran solaire, outil indispensable à la géométrie des grecs, sera symbolisé dans sa conception la plus simple : un « style » (bâton) planté sur disque éclairé par un faisceau.

●●●

Eolipyle

Ce premier « moteur » est pneumatique : une sphère métallique contenant de l'eau est fixée sur un axe horizontal et au-dessus d'un feu. La vapeur d'eau se dégage par deux tubes coudés situés sur la sphère à l'opposé l'un de l'autre et fait ainsi tourner la sphère autour de l'axe.

Pourtant Héron n'a pas utilisé l'eliopyle pour entraîner un mouvement mécanique. Il ne l'a pas associé à l'un de ses automates ou à un chariot.

●●●

La lyre

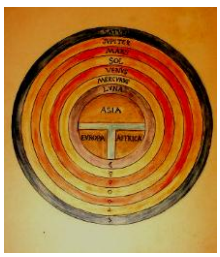
Dans la Grèce Antique, la musique et les mathématiques sont considérés comme des sciences proches : l'écart des notes est une valeur mathématique et l'harmonie prend un double sens.

●●●

Pythagore (env. 569-494 av. J.-C.) s'intéressant à la musique aurait amélioré le principe de la lyre. De plus, quand il attribue aux mathématiques une valeur universelle et leur applique une lecture du monde, l'univers prend un aspect « musical ».

Ce rapprochement de toutes les sciences dans une logique commune, s'ajoute aux faits que Pythagore a été un initié aux rites égyptiens (il fut entouré de disciples).

●●●



Le système géocentrique de Ptolémée

Dans *L'Almageste*, Claude Ptolémée (II^{ème} siècle) considère la terre comme étant le centre du monde, autour duquel évoluent le soleil, la lune et des planètes selon des trajectoires circulaires, purement géométriques (de ce point de vue, le système de Copernic ne permettra pas de remettre en cause cette fausse théorie).

Ce système géocentrique est en phase avec l'explication biblique mais ne permet pas d'expliquer, par exemple, la position de vénus (qui se trouve tantôt devant, tantôt derrière le soleil).

Il faut attendre le début du XVII^{ème} pour que Galilée réfute cette thèse, prouvant par l'observation à qui voulait bien l'entendre que la Terre n'est pas immobile, qu'elle n'est pas au centre de l'univers et que le soleil ne tourne pas autour d'elle.

D- LE MOYEN AGE

Saint Thomas d'Aquin (1225 env.- 1274)
Membre de l'ordre dominicain, il était avant tout philosophe et l'un des principaux maîtres de la théologie et surtout de la scolastique, visant à concilier l'étude de la foi chrétienne avec les savoirs philosophiques et scientifiques grecs.

En effet les textes grecs avaient été « perdus » pendant le Moyen Age, limités à des foyers de connaissances. Néanmoins, des traductions latines commencent à circuler telles celles du philosophe arabe Averroès, célèbre partisan d'Aristote, lui-même travaillant sur les traductions arabes des Araméens.

Pour beaucoup, c'était introduire le paganisme, mais Thomas d'Aquin devint à son tour un ardent défenseur du réalisme, qu'il intègre dans le corpus théologique. Selon lui, la foi et la raison ne s'opposent pas et concourent à une même fin. Les sens, auparavant considérés comme trompeurs, sont les sources de la connaissance : « Rien n'est dans l'intelligence qui n'ait été auparavant dans les sens ».

●●●

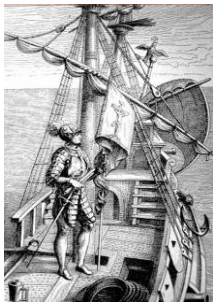
E- LA RENAISSANCE

Le seau de Magellan (1521)
Dans le récit du tour du monde de Magellan, fait par un membre de son équipage (Magellan décéda avant la fin), on apprend qu'il a voulu vérifier si Aristote avait raison sur la profondeur extraordinaire de 200m de l'océan. En assemblant toutes les cordes du bateau il testa 800m, sans atteindre le fond…

●●●

Léonard de Vinci (1452-1519)
Ce peintre de génie touche-à-tout s'est justement beaucoup penché sur les textes des grecs. Son intelligence, peut-être son apparence particulière avec sa chevelure et sa longue barbe, et bien entendu ses penchants d'alchimistes lui valaient aussi une réputation de magicien.

●●●



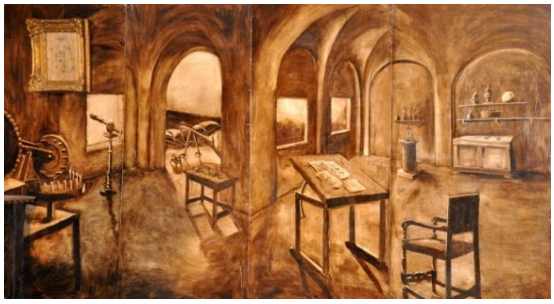
La Caravelle
Grand découvreur s'il en est, Léonard de Vinci (1442-1519) n'a pourtant pas inventé la caravelle. Elle conjugue, en fait, la capacité de charge du « caravo » utilisé par les arabes au large des côtes égyptiennes et tunisiennes, et la grande maniabilité de la « caravela » qui servait à naviguer sur le fleuve Douro dans le nord du Portugal.

Les premières caravelles furent fabriquées au début du XV^{ème} siècle, précisément au Portugal, pour tenter de longues traversées, notamment celle tant redoutée de l'océan atlantique.

Si de Vinci n'a pas contribué directement aux exploits de Christophe Colomb (1492), Vasco de Gama (1498) ou Ferdinand de Magellan (1522), il n'en reste pas moins l'un des acteurs majeurs de cette grande révolution culturelle.

●●●

Le décor de l'atelier De Vinci
Une grande fresque représente l'atelier de De Vinci avec un anachronisme présent dans la fresque. Le petit jeu consiste à faire retrouver cette erreur par le public.


Fresque peinte sur bois

Pour information :
La longue-vue n'a été inventée que 100 ans plus tard.

●●●

Pont suspendu Leonard de Vinci
Outre ses nombreuses réalisations artistiques et scientifiques, Léonard de Vinci exerça les métiers d'ingénieur hydraulicien et d'architecte.

Il conçut notamment une ville théorique parfaite, basée sur la fonctionnalité (via une meilleure organisation des voies de circulation par exemple) et non les distinctions sociales, cherchant à optimiser la qualité de vie. Influencés par l'architecte de l'école florentine Filippo Brunelleschi et ses innovations techniques, ses bâtiments religieux aux formes octogonales, ou circulaires pour les militaires sont célèbres.

Ils révèlent sa maîtrise de connaissances en géométrie, alliée à celles des matériaux et son sens de l'ingénierie. Il créa notamment des ouvrages tels que ce pont.

●●●

Tensegrity »/ Erkin BAYIRLI
Le projet « Tensegrity » d'Erkin BAYIRLI a été créé dans le cadre d'un stage d'été en 2009 organisé par experimonde, à partir du module « Changing Strategies » (http://www.changing-strategies.at/) à l'université technique de Vienne (TU Wien).
Ce serait Richard Buckminster Fuller l'inventeur de ce concept et de ce terme provenant de la contraction tensile integrity. Ces structures en bambou se maintiennent par le biais de deux forces : la poussée et la traction.
Ce module est organisé et géré par les étudiants ; sur l'initiative de Wolfgang Rothenthal et d'Erkin BAYIRLI, la partie pratique de ce module bénéficie depuis quelques années du soutien d'experimonde.
Dans le but de documenter la diversité des stratégies durables, Erkin BAYIRLI a élaboré des approches reliant les domaines de l'agriculture et de la culture de la construction d'un point de vue technique et artistique.

Frei Otto et le stade olympique de Munich (1972)

Cet architecte, spécialiste des constructions légères a conçu les toitures de ce stade, qui sont une évolution du toit du pavillon allemand lors de l'exposition universelle de 1967 au Canada. C'est une membrane tendue par pylônes et maintenue par des câbles : seules 2 forces agissent, la poussée et la traction. Attention, le câble principal (visible à l'intérieur de l'anneau) est tendu avec une force de 5000 tonnes ! d'où l'intérêt d'un ancrage solide…

●●●

Le bateau à aubes de Léonard de Vinci
A partir de 1499, Léonard de Vinci est au service des Vénitiens et cherche à mettre au point des systèmes de défense contre les attaques navales probables des Turcs.

Pour éloigner les envahisseurs depuis la terre ferme, il projette d'inonder la plaine environnante en haussant le niveau des cours d'eau alentours à l'aide d'un système d'écluses.
Il est devenu ingénieur hydraulicien à part entière et la maîtrise du mouvement de l'eau, tout autant que celle du mouvement dans les airs, restera l'une de ses préoccupations majeures.

Il mettra au point le principe du bateau à aubes - toutefois avec l'impossibilité technique de pouvoir avancer sur l'eau (on peut en voir une reproduction en grandeur nature sur le ruisseau du Manoir du Clos Lucé à Amboise). Comme souvent, Léonard de Vinci lance une idée très ingénieuse que d'autres, beaucoup plus tard pourront mettre en pratique.

Catapulte romaine

Généralisée par les grecs et améliorée par les romains, les catapultes existent sans doute depuis l'invention des murailles des villes fortifiées. Le monde gréco-romain n'ayant pas toujours utilisé les calculs d'Archimède ou ayant appliqué les théories erronées d'Aristote sur les mouvements des objets, la précision du tir n'était qu'une approximation entre essais multiples et instincts, jusqu'aux travaux de Galilée à la fin de la Renaissance. Léonard de Vinci en reprenant les calculs d'Archimède tenta également de les améliorer.

Le Tank de Léonard de Vinci

Chars d'assaut et autres canonnières

Léonard de Vinci commence à imaginer des machines de guerre pour le duc de Milan, Laurent Sforza puis développe ses projets, notamment après avoir rencontré en 1490 l'architecte et ingénieur militaire Francesco di Giorgio Martini qui coucha sur le papier avant lui de nombreux projets de machines étonnantes.

Ainsi, Léonard de Vinci imagine un char d'assaut reconnaissable entre tous par sa forme circulaire et ses canons permettant de tirer dans toutes les directions et montre tout l'intérêt de ce type de matériel, qui ne fut pas utilisé avant la première guerre mondiale :
« Je construirai des chars couverts, sûrs, à l'abri de toute attaque, lesquels, pénétrant dans les rangs ennemis avec leurs artilleries, il n'est si grande multitude d'hommes armés qu'ils ne rompront. Et derrière ceux-ci, l'infanterie pourra suivre sans subir de dommages ni rencontrer d'obstacles », écrivait-il.

Les systèmes de levage

Aujourd'hui nos chantiers utilisent des moyens basés sur les principes et inventions grecques, d'Archimède notamment, tels la poulie, la roue dentée et bien entendu le levier.

L'association de ces inventions permit de créer le palan, le treuil, la grue ou la technique romaine utilisée pour les cathédrales dite de la « cage d'écureuil ». Puis ce sont les ingénieurs militaires qui font de grandes avancées, comme le travail de Léonard de Vinci sur les grues rotatives.

L'évolution reposera ensuite sur le matériau et l'énergie, puis la structure devient creuse en treillis, et c'est maintenant sur le pilotage que les ingénieurs portent leurs efforts.

Les engrenages

Dans le décor sont répartis des systèmes mécaniques utilisés par Léonard qui montrent sa connaissance des systèmes de levier et de démultiplication des forces.

- Grue marquant sa réflexion sur les poulies et la démultiplication des forces
- Système de broyage dont l'étude lui inspira le roulement à billes
- Commande d'un triple engrenage par un seul homme
- Echelle orientable pour l'assaut des forteresses
- Pont de rondin ou pont express

En tant qu'ingénieur militaire, Leonard de Vinci a constamment cherché à travailler du point de vue de l'assaillant et du défenseur. Il créée à la fois des ponts et la façon de les détruire, ou ici une échelle qui permettrait d'attaquer un château quelle que soit la hauteur de des murs.

Représentation d'un pont de rondin ou pont express, comme le nom l'indique, ce pont a été conçu de manière à être monté rapidement avec un matériel très facile à trouver sur place (petit tronc, corde). Construit à des fins essentiellement militaires, il devait permettre des manœuvres rapides et inattendues, aidant à l'effet de surprise fondamental dans une bataille.

Le marteau mécanique

Cette invention traduit bien l'esprit pratique de Léonard de Vinci.

Via un essieu actionné par un engrenage, une roue *excentrique* (en forme de virgule) agit sur le marteau qui frappe ainsi sur une enclume de manière rythmée et régulière. L'énergie pouvait être fournie par un homme via une manivelle, une roue hydraulique, un animal harnaché tel un âne… et cet outil facilitait ainsi le travail pénible du forgeron par exemple.

L'artiste Léonard de Vinci

Ce touche-à-tout, génie universel, est reconnu en qualité de peintre avant tout, le scientifique et l'inventeur ayant été admirés plus tardivement. Peu d'œuvres nous sont parvenues, moins de vingt, mais elles sont incontournables telles la Joconde ou la Cène. Cet artiste est un des plus grands peintres de tous les temps, par son utilisation des ombres et lumières, le rendu des émotions et de la gestuelle, ou la mise au point de techniques comme le sfumato (« fumée », sans contours pour un effet de profondeur) et le travail de perspective.

Son œuvre se caractérise aussi par l'abondance des dessins, à vocation artistique avec de nombreux portraits féminins, et même des têtes grotesques (!) : à but scientifique par les études anatomiques (proportions tel « L'homme de Vitruve », musculatures, appareil cardio-vasculaire, cerveau, squelette…dont certaines d'après des dissections) ou naturalistes ; et bien entendu techniques, dans le cadre de ses inventions dans ses célèbres carnets.

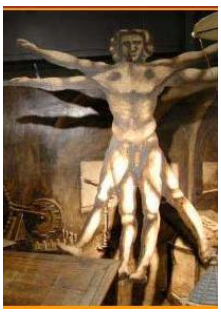
Le robot androïde de Léonard de Vinci
De Vinci y avait réfléchit mais on sait si l'objectif était un automate pour une attraction lors de festivités ou d'obtenir un robot guerrier.

Léonard de Vinci excellait dans l'art de mêler sciences et techniques. Son robot androïde, combinant ses connaissances en mécanique à en anatomie comparée, en est l'un des meilleurs exemples.

Les points de vue divergent quant à sa finalité : c'était un automate humanoïde conçu pour une célébration à Milan, ou bien une sorte de chevalier artificiel capable de manipuler une masse d'armes à des fins militaires...

Il n'avait sans doute pas prévu qu'un « Robot Da Vinci » à 4 bras serait utilisé aujourd'hui en chirurgie, notamment, pour des prostatectomies. Le futur appartient encore à Léonard de Vinci !

●●●



L'homme de Vitruve
Le célèbre croquis de Léonard de Vinci est une «étude de proportions du corps humain selon Vitruve» (env.1492), qu'il confronta à un texte de l'architecte romain Vitruve décrivant les proportions d'un corps humain idéal. L'ouvrage de Vitruve fuit suivi de plusieurs tentatives d'illustration au cours de la Renaissance avec des résultats variés.
Par son don d'observation et une étude anthropométrique (prises de mesures). De Vinci corrigea les indications de Vitruve et représenta par son dessin le modèle géométrique d'un homme normal et non théorique.

●●●

L'hélicoptère de Léonard de Vinci
En avance sur son temps ?
Comme beaucoup de ses machines, l'hélicoptère de Léonard de Vinci ne pouvait fonctionner faute d'un moteur adapté qui n'existera pas avant plus de 300 ans.

●●●

Le planeur de Léonard de Vinci
Le célèbre génie s'est beaucoup intéressé au vol, comme le témoignent ses écrits et nombreux croquis. Dans le même recueil (codex Atlanticus-Milan) il étudie deux systèmes qui ont pour point commun de ne pas nécessiter d'énergie particulière (problème récurrent parmi ses inventions) : le planeur, dont les extrémités devaient être manœuvrables.

●●●

Le parachute de Léonard de Vinci
Les proportions de ce dernier étaient justes, mais il manquait un élément indispensable à sa stabilité : le trou au centre de la voile, la « cheminée » !

Le 26 avril 2008 un suisse a sauté de 650m de haut avec une réplique (en matériaux légers) du parachute décrit par Léonard de Vinci.

Ses calculs étaient donc justes, avec un parachute de forme pyramidale d'environ 7m de haut sur 7m de large, ainsi que d'autres indications notée en 1485. Toutefois cette invention présente des inconvénients majeurs : il est impossible de contrôler la direction et il est très instable. En effet, le parachute sert à ralentir (« parer ») la chute d'un corps et fonctionne avec le frottement de l'air circulant dans la voile. Il est donc nécessaire de laisser une ouverture au centre de la voile, sinon l'air s'échappera par un coté, renversant le parachute…

Le mot parachute a été inventé par Sébastien Lenormand, physicien ayant sauté du premier étage d'une maison avec un parasol dans chaque main ! Toutefois l'invention du parachute est datée du dépôt du brevet de Jacques Garnerin en 1802.

L'étude de la gravité

Leonard de Vinci continue les études des grecs qui s'étonnaient des lois régissant le mouvement des objets dans l'espace : ce que l'on appelle l'étude de la gravité. Beaucoup plus tard (200 ans après de Vinci), Newton reprenant les calculs de Galilée, comprendra l'une des influences majeures : l'attraction terrestre.

De son temps, de Vinci effectuait de nombreuses expériences mais fut encore parfois encombré du mélange entre l'étude expérimentale et le mysticisme. Il écrit par exemple : « La force naît de la pénurie ou de l'abondance ; elle est fille du mouvement matériel et petite-fille du mouvement spirituel, mère et origine de la gravité. »

L'alchimie

Apparue, vraisemblablement, dans l'Egypte hellénistique, l'alchimie s'est développée dans le monde arabe et européen au cours du Moyen-Age et de la Renaissance.

Cette science, également considérée comme une discipline ésotérique, avait pour objectif principal « le grand œuvre », c'est-à-dire la réalisation de la pierre philosophale permettant la transmutation de métaux « vils » (plomb, étain, cuivre…) en or ou en argent. Un autre objectif était la recherche de la panacée (remède universel) ou d'un élixir de jeunesse que l'alchimiste Nicolas Flamel aurait découvert et utilisé sur lui et son épouse Pernel.

La gravité D'Aristote

Galilée, ou Galileo Galilei (1564-1642)

Lorsque l'astronome et physicien italien Galilée oblige ses élèves à l'usage des mathématiques pour les problèmes de physique, il prépare ainsi « la méthode expérimentale » : observations, expériences et calculs sont désormais un tout indissociable. Il affirme de plus le caractère imprévisible et inépuisable du monde naturel, et sa conviction de l'aspect forcément incomplet de toute connaissance scientifique, fondant la science moderne. En 1609, il réalise sa lunette astronomique, plus tard améliorée par kepler, et mesure la hauteur des montagnes de la Lune.

Fresque de la plaine de Pise au XVII^{ème} siècle

C'est de ce lieu célèbre que, d'après la légende, Galilée effectua sa plus célèbre expérience de la chute des graves (cf. le dessin animé). *(En réalité elle ne se serait pas passée à Pise ?).*

Lunette astronomique
En 1609, Galilée construit sa première lunette d'après la description d'une invention hollandaise. Il est le premier à employer cet appareil pour observer les astres, ce qui lui permit de faire des découvertes étonnantes : satellites de Jupiter, montagnes et cratères sur la lune, phases de Vénus, etc...

●●●

Le plan incliné de la chute des graves
La tour de Pise avait permis à Galilée de calculer le temps de chute des objets mais pas d'observer la perte de vitesse prédite par Aristote. Il construisit donc un système pour ralentir la chute et constata alors que, contrairement à la physique d'Aristote, la boule accélérait pendant la distance.

●●●

F- Le cabinet des mesures (outils de mesure de la fin du XIX^{ème} et XX^{ème} siècles)

Présentation du cabinet des mesures au sein de l'exposition Eureka

●●●

Isaac Newton (1642-1727)
Physicien, philosophe, astronome et mathématicien anglais, Newton a formulé des lois fondamentales sur la gravitation universelle et sur les corps en mouvement. Il a aussi fondé l'optique moderne, étudié le comportement de la lumière et a construit le premier télescope à miroirs.

Selon la légende, il fit ses premières découvertes sur la gravitation en s'inspirant de l'observation de la chute d'une pomme dans un verger. Arrivé à ses vieux jours, il déclara qu'il tentait alors de déterminer quelle force était à l'origine du maintien de la Lune dans son orbite autour de la Terre.

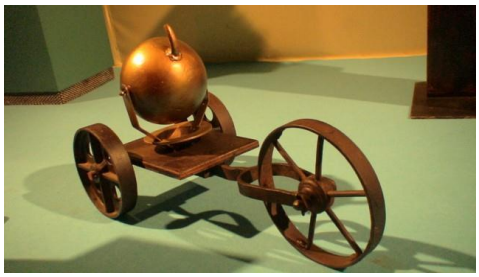
La chute du fruit l'amena à penser que la force d'attraction gravitationnelle agissant sur celui-ci devait être la même que celle qui agissait sur la Lune. Newton croyait que cette force, bien qu'affaiblie par la distance, maintenait la Lune sur son orbite.
Il réintroduit ces premières pensées des années plus tard dans son travail majeur, les *Principia*.

●●●

Télescope Newton (1668)
Isaac Newton réalise qu'il est possible d'utiliser un miroir concave pour obtenir des images du ciel et construit en 1668 le premier télescope. Celui-ci comporte un miroir en bronze poli et la lumière (focalisée dans l'axe de ce miroir) est renvoyée sur le côté par un prisme à réflexion totale.

L'image est ensuite examinée par un oculaire formé d'une simple lentille. Cet instrument va connaître un immense succès et sera par la suite amélioré notamment par William Herschel (1738-1822) qui réalisa avec des télescopes bien plus puissants des observations majeures dans le domaine de l'astronomie.

●●●



Chariot actionné par Eolipyle
Il ne fut inventé qu'en 1687 par le père Ferdinand Verbiest, président du Bureau impérial des mathématiques en Chine. Le foyer est contenu dans un bac sous la sphère, et la vapeur d'eau se dégage par un conduit unique dirigé vers une roue à aubes, qui en tournant actionne des engrenages fixés à l'axe des roues.
Le modèle présenté est plus simple : en sortant la vapeur provoque une poussée, faisant de ce chariot un véhicule à propulsion.

●●●

Pile de Charlemagne/poids
Depuis Charlemagne, qui par un Cartulaire de 789 tente d'uniformiser les unités et créée un étalon de poids, et jusqu'à la fin du règne de Philippe Auguste, l'unité de poids et l'unité monétaire se confondaient.
Pendant longtemps, on pesait la monnaie, on parlait d'espèces « sonnantes et trébuchantes », le trébuchet étant une petite balance servant à peser les pièces de monnaie surtout de haute valeur, afin de s'assurer de l'absence de fraude.

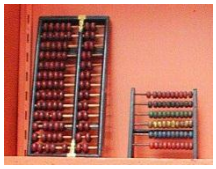
Cet étalon de poids, la « Pile de Charlemagne » était constituée de plusieurs godets s'emboîtant les uns dans les autres et se terminant par un poids plein. La Pile était en cuivre ou en laiton. Celle conservée actuellement au Musée National des Techniques (CNAM), aurait été fabriquée au XIV^{ème} ou XV^{ème} siècle comme copie de l'original de Charlemagne, depuis disparu.

En laiton, elle comporte un boîtier de 20 marcs puis 11 godets s'emboîtant les uns dans les autres dont les poids, en décroissant, sont de 14, 8, 4, 2 et 1 marc, puis de 4, 2, et 1 once, et enfin de 4, 2, et 1 gros, et en dernier lieu, un poids plein de 1 gros. L'ensemble représente un poids total de 50 marcs ou 25 livres, permettant de réaliser toutes les comparaisons de poids entre 1 gros et 50 marcs.

●●●

Le sablier
A l'origine, cet instrument de mesure du temps était composé de deux bulbes de verre reliés par un tuyau fin. Plus tard, les souffleurs de verre les façonnent en une seule pièce, réalisant ainsi le sablier que nous connaissons tous.

●●●



Le boulier
Le boulier est un abaque (outil servant à calculer) formé d'un cadre rectangulaire muni de tiges sur lesquelles coulissent des boules.

Cet instrument était utilisé par des peuples très largement séparés comme les Etrusques, les Grecs, les Egyptiens, les Chinois et les Mexicains, et l'on peut penser qu'il a été inventé indépendamment dans différents endroits.

En conséquence, la datation des découvertes reste aléatoire. Le boulier est sans doute une des plus vieilles machines à calculer de l'Histoire de l'humanité. Il est surprenant de remarquer, à l'ère de la calculatrice électronique, la grande importance que conserve cet instrument de calcul dans toute l'Asie. Il n'est pas rare de voir des commerçants russes ou asiatiques effectuer un calcul à l'aide d'une calculatrice et en vérifier le résultat à l'aide d'un boulier.

●●●

La pile Volta
La pile du physicien italien Alessandro Volta créé en 1800 constitue la première

●●●

Lête Phrénologie ou la théorie douteuse de Franz Gall
Le médecin allemand est un précurseur des neurosciences cognitives à la fin du XIX^{ème} siècle, avançant l'idée d'une relation entre l'anatomie du cerveau et l'esprit humain, ce que l'église catholique réfute.

Il va plus loin en exposant en 1800, les bases de la « phrénologie », selon laquelle le relief du cerveau est divisé en des zones correspondant à des comportements (amitié, violence,…). Son travail sera mal utilisé, notamment pour justifier l'infériorité des peuples colonisés.

●●●

Microscope (fin du XVI^{ème} siècle)
Ce premier microscope, inventé par l'opticien hollandais Hans Jansen, fut décrit par Galilée. Au XVII^{ème} siècle le grossissement était inférieur à 200. Les premiers microscopes modernes furent construits à partir de 1880.

●●●

Odomètre de Vinci
Un odomètre est un instrument de mesure, permettant de connaître la distance parcourue par un véhicule. Léonard de Vinci dessina un odomètre avant 1519.

Cet instrument, servant à mesurer le nombre de miles parcourus est dessiné par Léonard dans les premiers folios du Codex Atlanticus : c'est un appareil à bras assez semblables à une brouette munie de roues dentées.

A chaque tour de roue, les engrenages enregistrent le déplacement et le divisent en petits mouvements de telle sorte qu'au bout disons un mile, des trous ménagés dans une roue horizontale laissent tomber une bille dans une boite : le nombre de billes récupéré donne le chemin parcouru.

Il faut en conclure que Léonard, fasciné par la leçon de l'amiral-savant de la flotte de Misène, a cherché à reconstituer d'après les éléments à sa disposition, une machine disparue depuis un peu plus de quinze siècles.

●●●

Le disque de Newton
Le disque reprend les couleurs de l'arc en ciel et, quand il tourne, il devient entièrement blanc. Isaac Newton s'est servi de cette expérience pour démontrer que la lumière blanche était en fait composée de toutes ces couleurs.

●●●

Mesure de fluides (grain, huile…)
Dans le passé, les dosages utilisaient selon les régions différentes unités de mesures, comme le boisseau pour les matières sèches ou le pot ou la chopine pour les liquides. Aujourd'hui le litre est très utilisé dans les deux cas.

.. /.. 18

Denis Papin (1647-1712)
Physicien, mathématicien et inventeur français, Denis Papin est notamment connu pour ses travaux sur la machine à vapeur. À partir de 1675, de conviction calviniste, il devance la révocation effective de l'Edit de Nantes et part pour Londres.

Il y rejoint les travaux de Robert Boyle qui trouve en Papin un assistant idéal pour reprendre l'étude des propriétés de l'air. Papin construit une nouvelle machine à faire le vide, puis un fusil à air comprimé.

●●●

La chaine d'arpentage
Pendant longtemps constituée de maillons métalliques, elle est destinée aux travaux des géomètres. Elle permet l'estimation rapide (mais peu précise) des distances. La version moderne est le mètre-ruban allant de 30 à 100 mètres.

●●●

Scène carton baromètre Torricelli
Torricelli succède à Galilée comme physicien à la cour du Duc de Toscane et reprend son travail par des expériences pour prouver que la pression atmosphérique est responsable de la montée de l'eau dans un espace vide.

Pour éviter d'utiliser des colonnes d'eau d'environ 10m de haut, il a l'idée d'utiliser du mercure (hydrargyre, vif-argent…) qui est 13,6 fois plus dense. C'est ainsi que Torricelli invente le baromètre en 1643.

Il remarque également que la hauteur du mercure dans le tube varie avec les changements climatiques et qu'une baisse précède généralement une période de mauvais temps (pluie). Ce baromètre décoratif symbolise bien l'époque dans laquelle évoluèrent Galilée et Torricelli. Les moines étant « détenteurs de la science », celui-ci indique le temps qu'il fait, et dissimule le mécanisme !

●●●

Le fourneau de Lavoisier
Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794) est considéré comme le créateur de la chimie moderne. Il est également à l'origine du four solaire moderne. Alors que les expériences autour de l'énergie solaire s'enchainent.

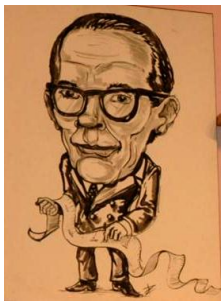
En 1774, Antoine-Laurent Lavoisier, invente un cuiseur solaire permettant d'atteindre une température de 1755°C. Il parvient à réaliser la combustion du diamant sans combustible, dans une atmosphère d'oxygène, en concentrant sur lui les rayons du soleil. Il utilise des lentilles convergentes afin de fondre des métaux, sans la pollution des combustibles.

●●●

Le sonar
A la suite du naufrage du Titanic survenu trois ans auparavant, le professeur Paul Langevin mit au point en 1915 un système de détection des icebergs et, en corollaire, des sous-marins.

Dans les années 20, les Anglais en firent le sonar (abréviation de Sound Navigation and Ranging) dont le dérivé militaire, l'Asdic (Allied Submarine Detection and Investigation Committee), équipait 200 destroyers et escorteurs de la Royal Navy en 1939. La détection passive des submersibles est réalisée aujourd'hui par des hydrophones qui détectent les bruits se propageant dans l'eau.

●●●



Caricature originale Libby

Willard Frank Libby (Grand Valley (Colorado), 17 décembre 1908 - Los Angeles, 8 septembre 1980) est un physicien et chimiste américain, célèbre pour son rôle dans le développement de la méthode de datation par le carbone 14, qui a révolutionné l'archéologie.

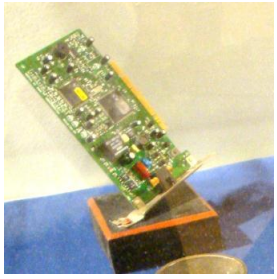
Durant les années 1930, Libby fut le premier à construire un compteur Geiger-Müller aux États-Unis; il conçut d'autres appareils pour la mesure des faibles radioactivités, notamment le compteur à grille en 1934.

Après l'entrée en guerre des États-Unis, il prit part au projet Manhattan.

La datation par le carbone 14, dite également datation par le radiocarbone ou datation par comptage du carbone 14 résiduel, est une méthode de datation radiométrique basée sur la mesure de l'activité radiologique du carbone 14 (14C) contenu dans de la matière organique dont on souhaite connaître l'âge absolu, à savoir le temps écoulé depuis sa mort.

Le domaine d'utilisation de cette méthode correspond à des âges absolus de quelques centaines d'années jusqu'à environ 50 000 ans. L'application de cette méthode à des évènements anciens, tout particulièrement lorsque leur âge dépasse 6 000 ans (préhistoriques), a permis de les dater beaucoup plus précisément qu'auparavant. Elle a ainsi apporté un progrès significatif en archéologie et en paléoanthropologie.

●●●



Le circuit imprimé

23 décembre 1947, Trois ingénieurs américains des laboratoires Bell, John Bardeen, Walter Brattain et William Schockley présentent leur nouvelle invention, le transistor. Le dispositif permet de détecter et d'amplifier les courants électriques. Le transistor est aussi capable de produire des ondes électromagnétiques à ultra-haute fréquence. Les trois inventeurs recevront le prix Nobel de physique pour leur invention en 1956.

Le 12 septembre 1958, un jeune ingénieur de l'Université de l'Illinois (USA), Jack St Clair Kilby, récemment embauché par Texas Instruments, montrait à ses collaborateurs le résultat de ses travaux : l'assemblage sur un support unique de quelques transistors et condensateurs.

Cette découverte devait révolutionner le monde de l'électronique. Ce premier circuit intégré a fait l'objet d'un brevet, déposé en 1959 et accordé en 1964.

●●●

Le train lunaire de Jules Verne

Dans le dyptique formé par De la Terre à la Lune et Autour de la Lune, les héros voyagent en obus jusqu'à notre satellite. Durant le trajet Jules Verne fait rêver l'un d'eux à un véritable train de passagers pour faire le trajet.

Tout y est, comme les wagons accrochés à une locomotive à vapeur avec son wagonnet de charbon, ou la distinction entre les Première et Seconde classes… d'après les dessins de la main-même de Jules Verne dans son manuscrit original.

Le jeune savant russe Konstantin Tsiolkovski, amoureux de cette histoire, résoudra plus tard le problème de combustible qui ne pouvait se consumer sans oxygène dans l'espace, et inventera le dessin de la première véritable fusée (1903). (cf toile suivante).

●●●

6- Le meeting d'aéronautique

S'envoler : une aventure psychologique, autant que technique. L'Homme est fait pour ce rêve de liberté totale de mouvement. Pourtant, à la poésie, à l'esprit d'aventure, s'opposait une réalité contradictoire : il fallait s'alourdir de matériels pour tenter d'échapper au sol !

Est-il possible de voler ?

A cette aberration qui semblait contraire aux lois de la physique, Léonard de Vinci, par exemple, avait répondu par une étude du vol des espèces animales. L'avantage du vol à ailes, est qu'il peut permettre à l'Homme à terme de diriger l'appareil, d'avoir un véritable pouvoir sur les éléments naturels.

●●●

Prouesses de pionniers

Retenons d'abord, dans cette quête, les travaux d'Otto Lilienthal : passionné d'aérodynamique, il choisit d'abord de travailler correctement le vol plané, avant d'y associer des moteurs. Ses très nombreuses expériences permirent d'acquérir de nombreuses connaissances.

Ce sont les frères Wright qui réussiront la motorisation d'un planeur (question de délai, plus que d'inventivité). Ils perfectionneront le vol motorisé avec une efficacité remarquable.
Avant eux, certains avaient réussi, comme Ader, à créer des machines à moteur mais leurs performances restaient très limitées.

Durant plus de quarante ans ceux que l'on appelait encore les « avionneurs » mirent au point les plus excentriques des machines, essayant toutes sortes d'ailes, d'hélices, de matériaux, de moteurs…Certains étaient d'habiles mécaniciens, améliorant par des innovations des performances précédentes, d'autres, de véritables théoriciens qui rassemblèrent les données pour créer l'aviation moderne.

N'oublions pas que voler sur ces drôles de machines était l'une des activités les plus dangereuses qui soient. Les pertes humaines furent tout aussi impressionnantes que la casse des matériels.
Le véritable métier de pilote d'essai en était à ses balbutiements.

- Entre 1891 et 1896 : Otto Lilienthal (Allemagne) se tue au cours de son deux millième vol plané, après avoir inventé le moteur à vapeur, la chaudière à tube, etc.
- 1890 : Clément Ader (France) fait un bond de 50 mètres à 15 cm du sol à bord de « l'Eole » , véritable chauve-souris.
- 1897 : L' «Avion » n°3 d'Ader se soulève sur 300 mètres.
- 1903 : Les frères Wright (Etats-Unis) réussissent un vol contrôlé de 36,60 M en 12 secondes. Au quatrième vol, Wilbur Wright réalise 284 mètres en 59 secondes.
- 1909 : La même année, le français Louis Blériot franchit la Manche et Alberto Santos Dumont (Brésil) lance son monoplan « La demoiselle », premier avion de tourisme.
- 1913 : Roland Garros traverse la Méditerranée.
- 1927 : Charles Lindbergh (Etats-Unis) traverse l'Atlantique sur le «Spirit of Sant-Louis » . L'avion est désormais véritablement un mode de transport.

●●●

Le ballon, une aventure scientifique

Le ballon n'a été utilisé qu'exceptionnellement comme véhicule. Il a surtout servi de poste d'observation militaire et a aussi permis des travaux scientifiques.

●●●

On pense bien sûr aux expériences du physicien français Louis Joseph LUSSAC.

Le 24 août 1804, il entreprend avec Jean-Baptiste BIOT, autre scientifique français, une ascension en aérostat pour étudier les variations du magnétisme terrestre. Trois semaines après, lors d'une autre ascension qu'il effectue seul jusqu'à 7.016 mètres, il prélève de l'air et montre la constance de sa composition.

Son nouveau record d'altitude resta inégalé jusqu'en 1850.

En 1858, le célèbre photographe et aérostier français NADAR (de son vrai nom Gaspard-Felix TOURNACHON) invente quant à lui la photographie aérienne. En 1865, il fait construire pour pouvoir s'adonner à son travail un ballon immense, haut de 45 mètres, baptisé « Le géant »

Une autre ascension à caractère scientifique d'importance eut lieu en 1931 par le physicien suisse Auguste PICCARD, qui parvient à s'élever jusqu'à 15.781 mètres… On approche aujourd'hui les 35.000 mètres !

L'ère des dirigeables Zeppelins (1900)
En tant qu'observateur de la guerre de sécession américaine, le militaire allemand Ferdinand Von Zeppelin (1838-1917) monte pour la première fois dans un ballon captif. De retour en Allemagne, son rêve est de construire une sorte de grand navire volant : il devient réalité en 1900. En effet, il réussit un essai très prometteur à bord de son « Zeppelin I ».

L'empereur Guillaume est séduit et l'ère des dirigeables rigides peut commencer. Malheureusement, plusieurs accidents, dus au fait que de l'hydrogène hautement inflammable soit utilisé, viendront entacher la légende de Zeppelin et mettre un terme à l'aventure quelques décennies plus tard.

Bien qu'inventé par le français Giffard en 1851, c'est véritablement avec le Comte Von Zeppelin que le dirigeable devint un transport collectif très utilisé au début du XX^{ème} siècle.

Quelques repères :

- 1657 : Savinien Cyrano de Bergerac imagine que son héros s'envole « à la Lune » dans une cabine soulevée par une voile gonflée de chaleur.
- 1783 : Dans l'énorme ballon de papier à air chaud des frères Montgolfier, Pilâtre de Rozier et le marquis d'Arlandes s'élèvent au-dessus de Paris. Quinze jours plus tard, Jacques Charles et Nicolas Robert, autres aérostiers français, effectuent le même vol plus efficacement dans un ballon en soie caoutchoutée gonflé d'hydrogène.
- 1852 : Henri Giffard invente un dirigeable en forme de cigare. Il est propulsé par une machine à vapeur. 1863 : Le premier grand roman des « Voyages extraordinaires » de Jules Verne s'intitule « Cinq semaines en ballon ».
- 1892 : L'humoriste Albert Robida imagine dans « Le vingtième siècle » que tout le monde se promènera en ballon dans Paris en 1950 ; les femmes faisant sponsoriser leurs véhicules en y accrochant des publicités de grands magasins (!) .
- 1937 : Le « Hindenburg » de Zeppelin est détruit dans les flammes.
- Les frères Montgolfier réussissent leur première ascension dans un ballon de papier à air chaud en 1783. Le ballon n'a été utilisé qu'exceptionnellement comme véhicule. Il a surtout servi de poste d'observation militaire et a aussi permis des travaux scientifiques.

●●●

Ce monoplan, des années 1900/1910 et présenté en fâcheuse posture après un crash, permet de rappeler une image malheureusement très courante des premiers avionneurs…
Rendons hommage aux nombreux pionniers des airs qui connurent des heures douloureuses avant le succès.

●●●

Otto Lilienthal : l'homme volant

Otto Lilienthal s'amusait déjà en 1861, à l'âge de 13 ans, à fabriquer des cerfs-volants et des ailes en grandeur nature avec son frère.
Il réalisa son rêve en devenant le premier homme volant avec des structures ailées « plus lourdes que l'air » à partir de 1891.

Il accomplit plus de 2500 tentatives réussies et une photographie de lui en plein vol, la première jamais réalisée, fit le tour du monde. Mais c'est aussi au cours d'un essai qu'il finit tragiquement sa vie en 1896, la colonne vertébrale brisée.
On lui doit surtout le fait d'avoir défini tous les grands concepts qui amenèrent les frères Wright à mettre au point leur aéroplane qui effectua en décembre 1903 le premier vol mécanique de l'histoire.

●●●

Le « 14bis » de Santos Dumont

Héritier d'un « roi du café » brésilien, Alberto Santos Dumont (1873-1932) mit sa fortune et son ingéniosité au service de la conquête de l'air.
Il découvre lors d'un voyage en France en 1891 les possibilités du moteur à explosion et se lance dans un premier temps dans la construction d'aérostats.

Ce dandy séduit rapidement le tout Paris par ses essais excentriques et finit par réussir, le 12 novembre 1906 au parc de Bagatelle, le premier vol homologué d'un avion au monde sur 220m à bord de son « 14bis » : un « canard » (doté de gouvernes à l'avant) dont les ailes de 12m d'envergure sont constituées chacune de trois cellules cubiques en bambou et roseau tendus de soie, la nacelle en osier étant placée près du moteur à hélice en aluminium, le tout pesant 160kg.

●●●

Louis Blériot traverse la Manche (1909)

Le 25 juillet 1909, Louis Blériot traverse la Manche de Calais à Douvres dans un monoplan conçu en collaboration avec l'ingénieur Raymond Saulnier, le Blériot XI.
La structure est en frêne, bambou et tubes d'acier. Les ailes, recouvertes de tissu caoutchouté, mesurent environ 2 mètres et il est dirigé à l'aide d'un volant. Le moteur à 3 cylindres de 25 chevaux, conçu par Alessandro Anzani, est refroidi par air et fait tourner une hélice en bois à plus de 1700 tours/minute.

A bord de son frêle appareil – de 400 Kg - il réussit le premier l'exploit de parcourir la distance qui relie la France à l'Angleterre en 37 minutes.

En se posant, son train d'atterrissage et son hélice sont endommagés mais ce ne sont que de petits déboires après avoir brisé dans le passé plusieurs appareils au péril de sa vie, comme nombre de ses concurrents. Un journaliste du Matin de Paris est présent sur place et participe à créer l'événement que l'on sait.

●●●

L'avion des frères Wright

Orville et Wilbur Wright, fabricants de bicyclettes, équipèrent un planeur copiant la libellule (quatre ailes soit deux superposées de chaque côté) d'un moteur, et réussirent finalement à mettre au point le premier avion opérationnel, c'est la série des « Flyer ».

Les premiers vols eurent lieu le 17 décembre 1903. Le Flyer II fut lui le premier avion à réaliser un virage contrôlé (15 septembre 1904) mais les décollages étaient encore difficiles. Le Flyer III (1905) pouvait voler plus de 39 minutes, et prendre des virages tout en étant plus fiable même si la qualité de vol restait à améliorer.

●●●

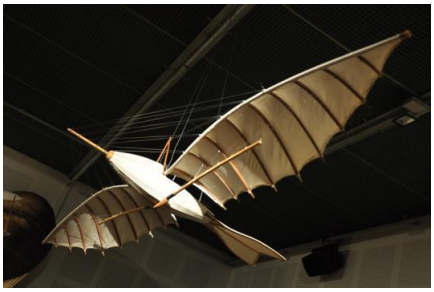
Aérotorpille de Paulhan Tatin

C'est un avion à air comprimé, autrement nommé « aérotorpille ». Remarquez surtout sa forme très moderne pour l'époque, comparée aux avions de Wright ou Santos Dumont très anguleux et « troués », contre celui-ci très fuselé et en un seul tenant.

De plus les ailes sont recourbées aux extrémités : une grande innovation, de plus en plus reprise actuellement mais n'a été comprise qu'il y a quelques années !

Il a élaboré cette forme aérodynamique, sans la comprendre, grâce aux essais qu'il a pu faire gratuitement avec ses maquettes dans la soufflerie de Gustave Eiffel.

●●●



L'Albatros de Le Bris (1868)

Capitaine de marine ayant parcouru les mers du monde, Jean-Marie Le Bris (1817-1872) construisit un grand planeur à ailes mobiles imitant la forme de l'Albatros qui, pour s'envoler, devait être tiré sur une charrette par des chevaux.

Il réussit en 1857 le premier décollage d'un aéroplane suivi d'une ascension (de 100m environ).

10 ans plus tard, cherchant toujours à perfectionner son appareil, il construisit un prototype abouti de plus grande taille qui devait être tiré par une trentaine de personnes. Lors d'un essai, fort heureusement sans pilote à son bord, l'engin fut réduit à néant. De dépit, Le Bris mit fin à sa carrière.

●●●

L'Autogire

L'autogire, ou gyrocoptère, est un aéronef à voilure tournante libre, inventé par l'espagnol Juan de la Cierva en 1923.

Il est tracté ou propulsé comme un avion, et la mise en mouvement de sa voilure (rotor) est assurée par le vent. Ainsi les distances de décollage et d'atterrissage sont-elles très courtes.

Il s'apparente aux étranges machines volantes des célèbres séries télévisées « Les faucheurs de marguerites » ou « Satanas et Diabolo ».

Mais les autogires d'aujourd'hui ressemblent davantage à des ULM qu'à ce modèle sorti tout droit du passé !

●●●

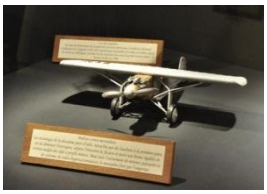
Dans la course aux performances entre les Etats-Unis et l'Union soviétique, l'invention des avions et des combinaisons de pilotes stratosphériques fut un premier pas décisif vers la conquête spatiale.

●●●

Le concorde
Cet avion légendaire est un des deux seuls avions supersoniques ayant réalisés des vols commerciaux, pour une centaine de passagers à une vitesse de croisière de plus de 2100 km/h (Mach 2,02) !
Il fut construit par l'association Sud-Aviation et la British Aircraft Corporation et son premier vol d'essai eu lieu le 2 mars 1969 au-dessus de Toulouse. Cet appareil présentait de nombreuses innovations techniques telles les commandes toutes électriques et analogiques et la plus impressionnante d'entre elles : le nez orientable de l'avion, particulièrement long il est abaissé pour une meilleure visibilité lors du décollage et de l'atterrissage !

Le tragique accident de Gonesse (2000) provoquant une baisse des réservations et l'important coût de maintenance seront les facteurs du retrait définitif du Concorde en 2003 après plus de 26 ans de vol.

●●●



Marquette Spirit of St Louie
Il s'agit de l'avion utilisé pour accomplir la première traversée aérienne de l'Océan Atlantique. L'aviateur américain Charles Lindbergh effectua ce vol sans escale et en solitaire les 20 et 21 mai 1927 de New York à Paris. Ce monoplan parcourut en moins d'une journée et demie presque 6000 kilomètres !
Pour emporter le maximum de carburant et ne pas alourdir l'avion, cet audacieux aviateur ne dû prendre que le strict minimum en se passant de parachute et de radio. Par manque de visibilité dans l'appareil dû à la surcharge, Lindbergh utilisa un périscope pour voir devant lui en plus des autres instruments de bord !

●●●

Trois petits avions en tôle

1ère Guerre Mondiale
La grande variété de formes des avions en cours d'étude avant la 1ère G.M fut stoppée nette au profit des formes les plus performantes en temps de guerre.

●●●

L'hydravion, des débuts difficiles !
Henri Fabre réussit le 28 mars 1910 depuis l'étang de Berre le premier vol autonome de l'Histoire à bord d'un « hydro-aéroplane » (nom donné à l'hydravion jusqu'en 1913). Certains hydravions devinrent véritablement mythiques, tels le Macchi MC 72 à la ligne pure et à la superbe couleur rouge.

Doté d'un moteur de 1500 CV, l'engin de l'ingénieur italien Castoldi Macchi s'abîme à cause de la rupture d'un roulement d'hélice lors d'un essai au-dessus du lac de Denzano en 1931, tuant le pilote.

Une série d'autres accidents mortels entache l'avancée des italiens dans le domaine jusqu'à ce qu'en 1933 Bona résolve le problème de retours de flammes dû au vent engendré par la vitesse de l'avion.

●●●

Le Drone Guêpe de Jules Verne *(photo cf vitrine)*
Dans l'Etonnante Aventure de la mission Barsac parue en 1919, Jules Verne invente les « guêpes », véritable ancêtre du drone militaire.

●●●

Ornement de voiture « Oldsmobile « (c.a. 1950)
Très vite l'industrie automobile s'aperçut de l'engouement public pour les avions à réaction. Pour montrer la modernité et les performances de leur véhicule, les constructeurs se mirent à les faire ressembler à ces fameux avions.

●●●

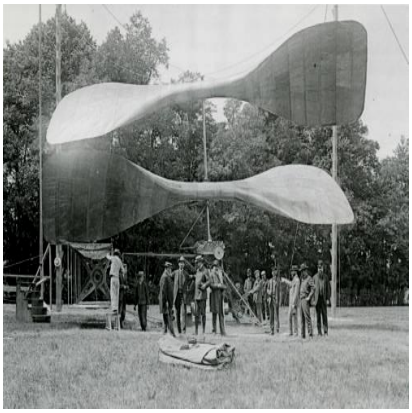
Leçon de vol

Aujourd'hui, voler est avant tout l'affaire des entreprises de voyage ou de transport, contrairement à l'époque de ses pionniers et au début de son développement.

Ces exploits étaient fascinants et provoquaient de nombreuses vocations et un grand engouement du public, soutenu par les relais médiatiques.

C'était ainsi plutôt un monde d'amateurs, telle ici la princesse Ludwig de Löwenstein-Werthein qui apprend à voler dans un biplan à double commande : vive la conduite accompagnée !

●●●



L'hélicoptère de Maurice Léger

Cet ingénieur de l'Ecole centrale des arts de Paris a réalisé plusieurs maquettes d'hélicoptères, soutenu par Albert 1er de Monaco, et aurait réussi selon ce dernier des « expériences d'enlèvement » (sans aller jusqu'au vol). Il annonce en 1905 que son nouvel appareil a soulevé un homme, et se lance dans un modèle grandeur nature.

Lors du test de cette impressionnante machine, photographiée en juin 1906, il semble qu'il se soit bien soulevé mais l'essai d'un mouvement latéral fit que le rotor (immense et fragile) provoqua la destruction de l'appareil. La véracité et les détails restent peu connus, l'échec ayant été suivi de silence.

●●●

Les frères Vuitton et les hélicoptères

Passionnés d'aviation, les jumeaux Jean et Pierre Vuitton se lancèrent dans la conception d'hélicoptères dès leurs 18 ans avec des prototypes plus « bricolés » que réalistes. Ils se dirigent ensuite vers un modèle réduit de test (15kg) qui réussit à décoller du sol.

Après la mort de son frère, Pierre poursuit les recherches vers un modèle grandeur nature : le « Vuitton II », essayant plusieurs voilures et matériaux pour la structure dont voici un exemple. Il aboutira au Vuitton III, pourvu entre autres améliorations de deux voilures : une tripale au-dessus, et une inférieure bipale mais plus grande et raidie.

Dans l'obligation de retourner à son entreprise en plein développement, il abandonne ses travaux mais affirme que l'hélicoptère est un véhicule viable.

De nombreux éléments techniques seront repris plus tard par d'autres concepteurs, bien que ce dernier engin n'ait jamais volé !

●●●

H- Un monde futur (imaginaire & science)

Un monde futur peut-être …

Dans ce lieu sont représentées des technologies en cours de développement mais dont les plus impressionnantes réalisations restent encore à venir.

Des pièces telles que des robots, une ville du futur, une évolution et une déclinaison de l'utilisation de l'air,... sont présentées.

Nous avons choisi de traiter cette partie avec une présentation de différents objets afin de susciter une discussion autour des thèmes suivants :

- Peut-on vraiment imaginer l'avenir ?
- L'Homme a-t-il le droit de tout faire en science ?
- La notion de progrès telle qu'elle est développée au XIX^{ème}. doit-elle être remise en cause ou évoluer ?

Des innovations « présentes ou à venir » sont évoquées en objets ou en images, y compris à travers des projections.

Sans entrer dans le détail des concepts à venir, certains titres déjà sont éloquents, jugez plutôt :

- Alicaments (aliments médicaments)
- Aliment biotechnologique pouvant agir sur les gènes
- Soda anti-gueule de bois
- Œuf thermosensible qui prévient quand il est cuit
- Soutien-gorge anti-agression
- Sous-vêtements diffuseurs de substances (médicaments, cicatrisants, parfums,
- amincissant…), comme le bonnet anti-migraines
- Vêtements auto-lavants (avec nanoparticules)
- Textiles intelligents, qui réagissent à un changement : transbronzants mais protégeant
- des U.V., anti-transpirant, anti-pollution…
- Vêtements communicants (téléphoniques, sources d'image et de son, …
- Composants intégrés au tissage, pouvant aussi réagir à l'humeur de la personne)
- Bébé serpillière (grenouillère à poils)
- Homme invisible
- Chat hypoallergénique
- Nano-robots médecins
- Organe (et arme) bionique (main, œil…)
- Écran flexible
- Surface-computer de Microsoft (type Minority Report)
- Casque qui lit dans les pensées et permet de se déplacer virtuellement
- Cellules solaires imprimables à domicile
- Avion solaire autonome de jour comme de nuit
- Peinture source d'électricité
- Voiture à air comprimé
- Robots insectes et drones
- Drone sous-marin autonome

D'autres inventions ou innovations sont à imaginer ?
Nous recenserons le fruit de l'imagination des visiteurs de l'exposition.
L'espace introduisant aux visions du futur est à visiter librement.
Compter de 10 à 30 minutes selon la capacité d'attention des élèves, mais n'oubliez pas qu'ils auront été très sollicités préalablement par le guide.